

何翔,李群. 早一中侏罗世塔西南山前地区沉积过程探讨[J].湖南科技大学学报(自然科学版),2022, 37(3):20-26. doi:10.13582/j.cnki.1672-9102.2022.03.004

HE X, LI Q. On the Depositional Process in the Southwest of the Tarim Basin During the Early-middle Jurassic [J]. Journal of Hunan University of Science and Technology (Natural Science Edition), 2022, 37(3):20-26. doi:10.13582/j.cnki.1672-9102.2022.03.004

早一中侏罗世塔西南山前地区沉积过程探讨

何翔¹, 李群^{2*}

(1. 中国地质大学 地球科学学院,湖北 武汉 430074; 2. 中南大学 地球科学与信息物理学院,湖南 长沙 410083)

摘要:为探讨塔西南山前地区在早一中侏罗世的沉积过程,实测了区内奥依塔克剖面,结合前人的研究成果,综合分析中一下侏罗统沉积序列、沉积物特征、沉积时区域构造环境和古地形特征、沉积相展布等信息.研究表明:早一中侏罗世期间,塔西南山前地区的古地形,不仅在垂直造山带方向上存在数排隆起,而且在平行造山带方向上也是系列隆起,沉积物受古地形特征的影响,在这 2 个方向上扩展,侏罗纪前形成的系列断陷盆地在此期间被“填平补齐”.早侏罗世早期,燕山 I 幕的活动强度相对较弱,沉积局限于靠近断裂的区域;早侏罗世后期,燕山 II 幕的活动强度相对强,沉积物将小型凹地(断陷盆地)充填,并开始相互连通相邻凹地;中侏罗世,延续了之前的构造环境,各相邻凹地大规模连通.早一中侏罗世,研究区经历了沉积范围由局限到广泛、沉积物粒度由粗到细、沉积凹地由独立到相通的沉积过程.

关键词:早一中侏罗世;沉积过程;塔西南地区

中图分类号:P531

文献标志码:A

文章编号:1672-9102(2022)03-0020-07

On the Depositional Process in the Southwest Tarim Basin During the Early-middle Jurassic

HE Xiang¹, LI Qun²

(1. School of Earth Sciences, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China;

2. School of Geosciences and Info-Physics, Central South University, Changsha 410083, China)

Abstract: In order to discuss the depositional process of the early-middle Jurassic in the front area of the Kunlun Mountain in the west of the Tarim Basin, based on the actual measurement of the oitak geological section in this area, and combined with the previous research results, this paper comprehensively analyzes the depositional sequence of the middle-lower Jurassic, sediment characteristics, the regional structure and paleotopography characteristics at the time of deposition, and the distribution of sedimentary facies. The results shows that during the early-middle Jurassic, there were not only several rows of uplifts in the direction of vertical orogenic belt, but also high and low undulations in the direction of parallel orogenic belt. The sediments were affected by the characteristics of paleotopography, and extended in these two directions. The series of fault basins formed before the Jurassic were “filled up” during this period. In the early stage of early Jurassic, the activity intensity of Yanshan I episode was relatively weak, and the deposition in this period was limited to the area near the fault. In the later period of early Jurassic, the activity intensity of Yanshan II episode was relatively strong, the sediments

收稿日期:2020-03-16

基金项目:中国地质调查局项目资助(DD20160060)

*通信作者,E-mail:liqun2008@csu.edu.cn

filled small depressions (fault basin) and began to connect adjacent depressions. In the middle Jurassic, the previous tectonic environment continued, and the adjacent depressions were connected in large scale. In the early-middle Jurassic, the study area experienced a sedimentary process from limited to extensive, from coarse to fine, and from independent to interlinked.

Keywords: early-middle Jurassic; process of sedimentary; southwest tarim basin

在塔里木盆地西南地区(塔西南地区),侏罗系是该地区的主要烃源岩层之一,白垩系的砂岩是该地区的主要储集层,古近系的膏盐层则是较好的盖层,三者构成了塔西南地区最好的生储盖组合^[1-3].侏罗系的分布情况能为塔西南地区的油气资源勘探提供参考.前人从较大的尺度介绍了塔西南地区侏罗系的沉积环境,包括了冲积扇^[4, 7, 13-15]、辫状河^[4, 14]、三角洲^[7, 11, 14, 15]和湖泊^[4, 7, 13-15]环境,其中以湖泊环境中沉积的泥岩为主要的烃源岩层.塔西南山前地区虽然在三叠纪期间几乎未接受沉积,但是侏罗系厚度较大,且现今广泛出露于山前地区^[4-6](见图1a).然而,侏罗系在区内的分布极不均匀.这可能是因为侏罗系的分布特征和沉积厚度受沉积前古地形的控制,早侏罗世塔西南地区刚结束了沉积间断,沉积范围较为局限,直到中侏罗世,该地区才进入稳定的沉积环境^[7-8].其次,沉积后受构造运动的改造^[9-10],也造成了侏罗系分布的差异性.那么在侏罗系沉积的早期阶段,该地区的古地形有什么特征?开始接受沉积至进入稳定的沉积环境,经历了一个什么样的沉积过程?

为进一步了解塔西南地区侏罗系开始沉积至稳定沉积的过程,依据塔西南昆仑山内的低温热年代学年龄数据、山前地区实测侏罗系剖面资料和钻遇侏罗系厚度等数据,结合区域构造特征、沉积相展布和古地形特征,从垂直造山带和平行造山带2个方向,探讨了早一中侏罗世塔西南山前地区沉积的过程.

1 实测剖面

奥依塔克剖面位于塔西南山前地区,位于喀什市西南方向约70 km处(见图1a).

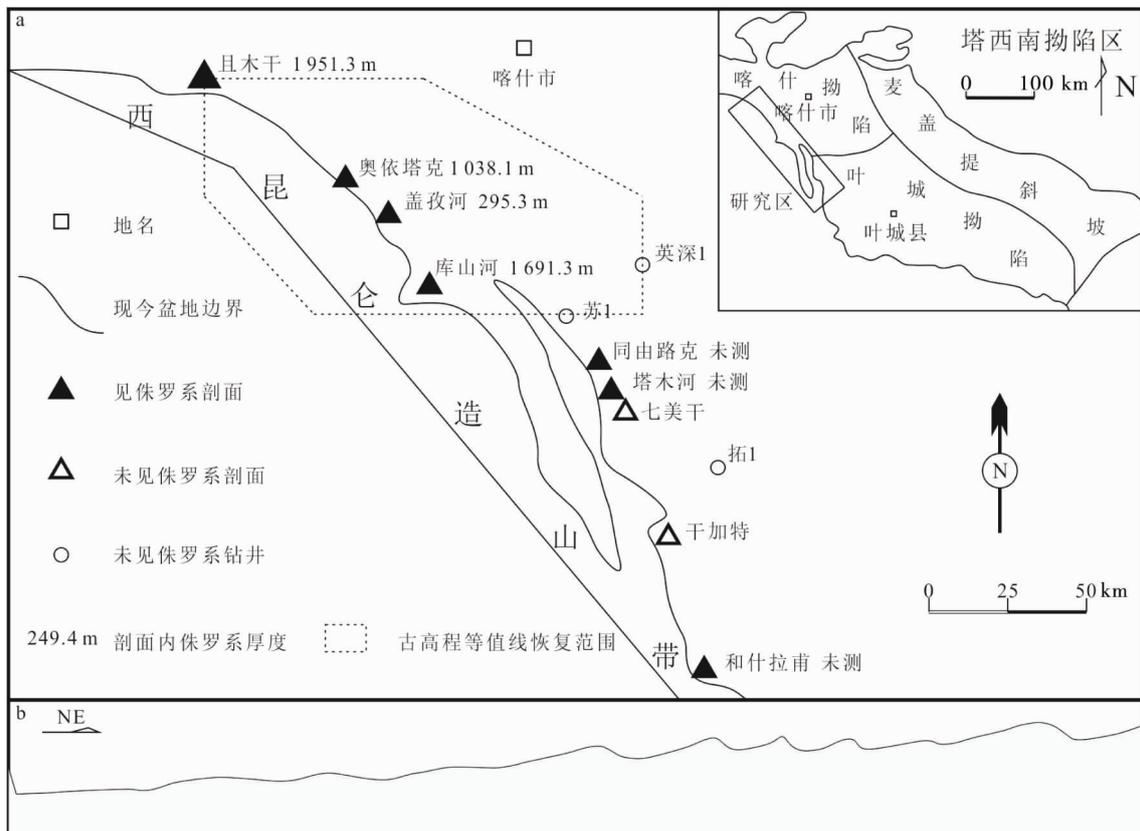
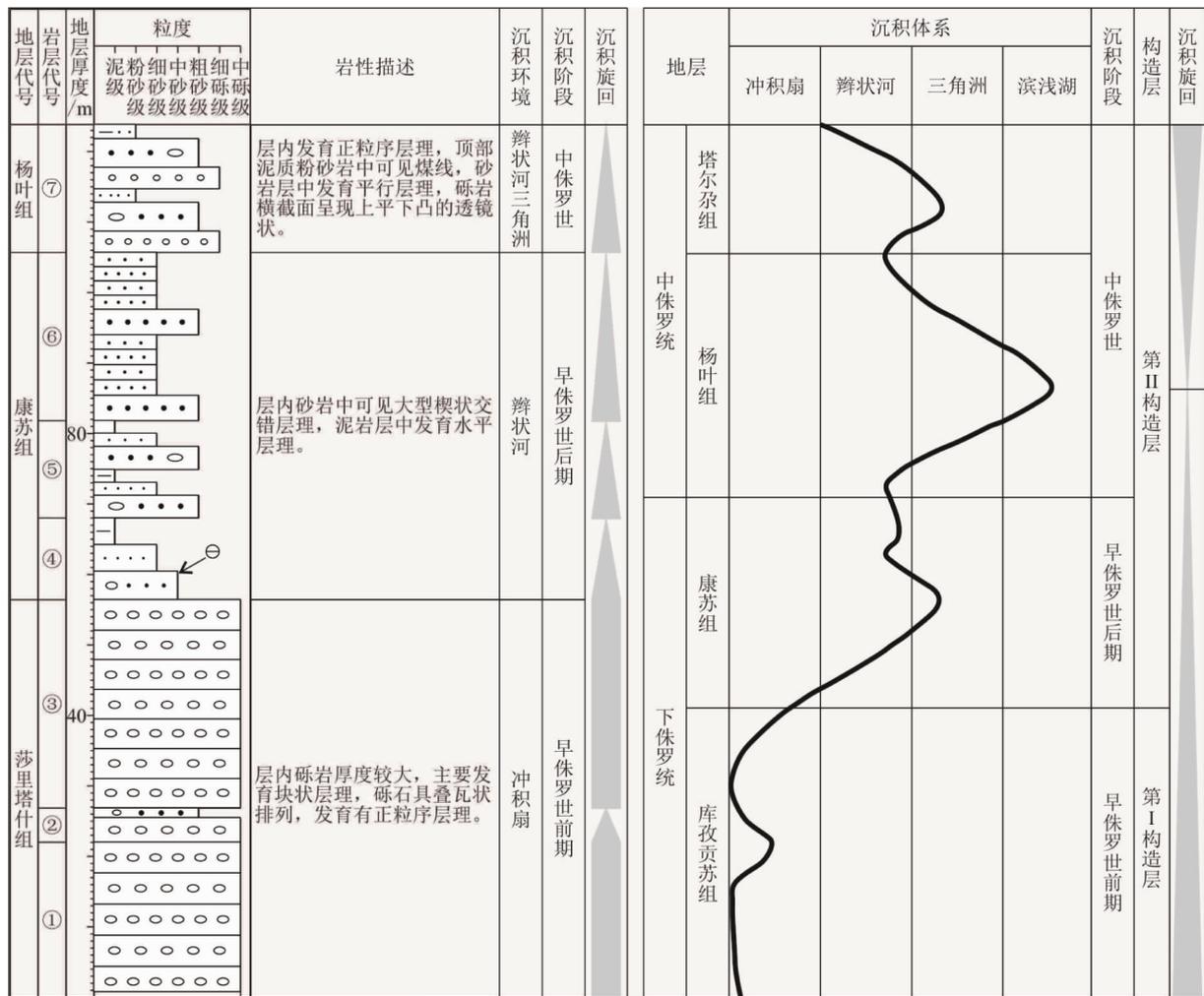


图1 研究区构造位置、剖面 and 钻井分布(a)及塔木河侏罗系沉积前古地形(b)(改自程晓敢等,2012;吴鸿翔等,2018)

该剖面主要实测了下侏罗统库孜贡苏组和康苏组,中侏罗统杨叶组底部,下侏罗统的上下接触关系清楚,地层出露较好.对于地层厚度的描述,采用小于1 cm为极薄层,1~10 cm为薄层,10~50 cm为中层,50~100 cm为厚层,大于100 cm为巨厚层的方法对剖面进行研究.

奥依塔克地区侏罗系同下伏石炭系呈不整合接触^[16],侏罗系厚度达1 038.1 m.然而,成岩后受构造运动的影响,奥依塔克剖面内侏罗系同下伏石炭系呈断层接触.

奥依塔克剖面内下侏罗统累计厚度为105.7 m,包括莎里塔什组和康苏组,两者呈整合接触.下侏罗统岩性包括了中砾岩、细砾岩、含砾粗砂岩、粗砂岩、细砂岩和泥岩.中砾岩呈浅灰色和灰色,岩层厚度为厚层和巨厚层;细砾岩呈浅灰色,岩层厚度为巨厚层;含砾粗砂岩呈浅灰绿色、灰绿色、红褐色和浅灰色,岩层厚度为中层;粗砂岩呈浅灰色和浅灰绿色,岩层厚度为中层;细砂岩呈灰绿色和浅灰色,岩层厚度为中层和薄层;泥岩呈浅紫红色和浅灰绿色,岩层厚度为薄层.剖面内中侏罗统底部累计厚度为18.1 m,为杨叶组底部.中侏罗统底部岩性包括了细砾岩、含砾粗砂岩、泥质粉砂岩.细砾岩呈浅灰绿色,岩层厚度为中层;含砾粗砂岩呈浅灰绿色,岩层厚度为厚层;泥质粉砂岩呈深灰绿色,岩层厚度为薄层(见图2).



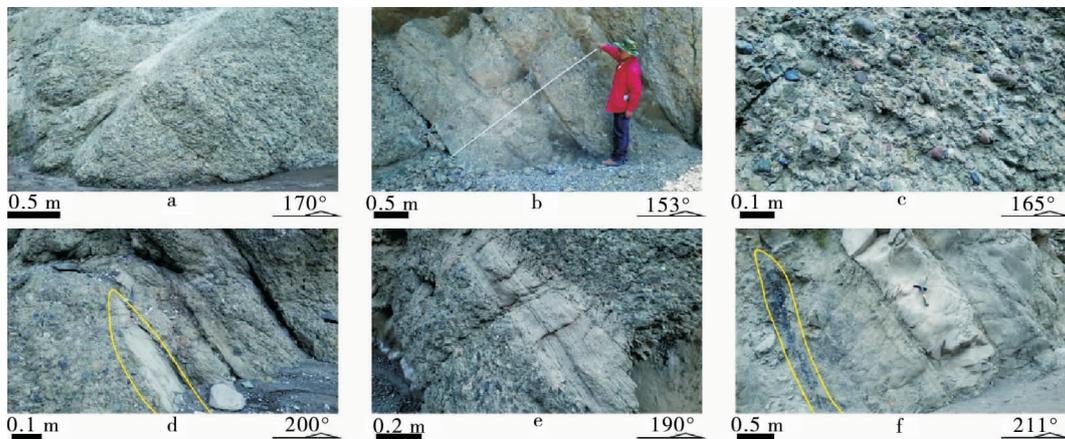
注释:薄片采样位置 ⊖

图2 奥依塔克剖面下侏罗统及中侏罗统底部实测柱状图和塔西南早—中侏罗世沉积体系(改自廖林等,2010)

1.1 莎里塔什组

剖面内下侏罗统莎里塔什组同下伏的下石炭统乌鲁阿特组呈断层接触,未见底,残留的莎里塔什组厚度为56.4 m,层内主要发育了粗碎屑沉积,为中砾岩、细砾岩和含砾粗砂岩.粒度变化相对较小,以砾级为主,少量砂级.砾石分选性和磨圆度好,砾石成分主要有玄武岩、安山岩等,其中杏仁状玄武岩同下石炭统相同,碎屑矿物中长石含量较大.组内可见块状层理(见图3a)、正粒序层理(见图3b)和叠瓦状构造(见图3c),冲刷面较为发育.

莎里塔什组内矿物碎屑中长石的含量较高,砾石成分来自下伏地层的供给比例较大,说明其属于近源沉积.砾岩中的砾石以中细砾为主,砂砾比值较小,当时沉积环境的水动力相对较强.综上所述,剖面内莎里塔什组沉积于冲积扇环境.



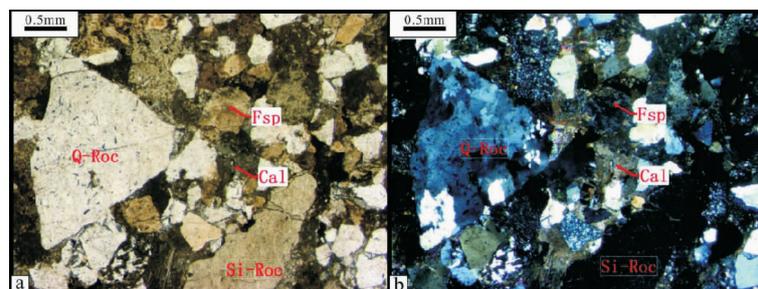
a 莎里塔什组中的块状层理;b 莎里塔什组中的正粒序层理;c 莎里塔什组中的叠瓦状构造;d 康苏组中的水平层理;e 康苏组中的楔状交错层理;f 杨叶组中的煤线

图3 剖面典型沉积现象

1.2 康苏组

剖面内下侏罗统康苏组同上覆中侏罗统杨叶组呈整合接触,康苏组厚度为49.3 m,层内主要发育了相对细碎屑沉积,为含砾粗砂岩、细砂岩和泥岩.粒度变化相对较大,出现了砾级、砂级和泥级.砂岩中矿物碎屑中长石含量较大,且磨圆度较差(见图4).组内可见水平层理(见图3d)和楔状交错层理(见图3e).

康苏组内矿物碎屑中长石的含量仍较高,磨圆度差,指示其属于近源沉积.组内砂砾比值较大,砾石含量较少,砂岩层中可见大型交错层理,也可见泥岩层,当时沉积环境的水动力强度不稳定.综上所述,剖面内康苏组沉积于辫状河环境.



左图:单偏光 $\times 25$;右图:正交偏光 $\times 25$;Fsp:长石矿物碎屑

图4 下侏罗统康苏组含砾粗砂岩镜下照片

1.3 杨叶组底部

剖面内中侏罗统杨叶组底部厚度为18.1 m,在该厚度范围内,可见细砾岩层、含砾粗砂岩层和泥质粉砂岩.砂岩层中泥岩可见煤线,砾石的砾径较小,以细砾级为主,砾岩呈现上平下凸的透镜状,为河道滞留沉积砾石;含砾粗砂岩层中偶见砾石,可见平行层理;泥质粉砂岩厚度较薄,层内偶见煤线(见图3f).沉积时期水动力强度变化较大,砾岩分布局限,砂岩分布广泛,泥质粉砂岩厚度较薄,偶见煤线.综上所述,剖面内杨叶组底部沉积于辫状河三角洲环境.

2 讨论

2.1 区域特征分析

2.1.1 构造环境

低温热年代学数据能反映地层的冷却抬升过程,进而指示盆地发育时期内的构造隆升事件^[12].整理

了侏罗纪前后研究区内岩体的形成年龄数据,共计 26 个^[17-19].低温热年代数据年龄主要分布于晚三叠世和晚侏罗世,早侏罗世期间最少,中侏罗世相对较少(见图 5).年龄数据分布反映了研究区在晚三叠世和晚侏罗世期间,经历了构造抬升过程;在早—中侏罗世,构造环境相对平静.晚三叠世期间,塔里木板块同羌塘地块碰撞拼贴,古特提斯洋闭合,塔里木板块南缘整体上处于一个弧后前陆变形造山区^[20-21],塔西南地区开始进入陆相断陷盆地沉积环境^[12, 22],并在西昆仑山前地区形成了一系列平行于造山带的逆冲断层和北东翼陡、南西翼缓的背斜^[9, 23].下侏罗统库孜贡苏组沉积于第 I 构造层,构造运动属于燕山 I 幕,研究区进入伸展构造发育阶段,断陷盆地之中开始接受沉积.下侏罗统康苏组、中侏罗统杨叶组和塔尔孜组沉积于第 II 构造层,构造活动属于燕山 II 幕,研究区内断陷盆地向凹陷盆地过渡,逐步进入稳定的沉积阶段^[7, 24].

2.1.2 古地形恢复

前人依据侏罗系-白垩系露头及钻遇厚度特征,在山前地区,自西向东依次划分出数个古隆起和古凹地^[16].依据图 1a 中古高程等值线恢复范围内 4 条剖面及 2 口钻井中侏罗系厚度,根据沉积的“填平补齐”作用,假设所有剖面侏罗系的顶面在同一水平线,高程为 2 000 m.早—中侏罗世沉积凹地古高程为顶面高程(2 000 m)同侏罗系沉积厚度的差值.古高程范围为 0~2 000 m,运用 Surfer 软件模拟生成恢复范围内的古高程等值线图和平行造山带方向的数个古地形剖面(见图 6).结果表明恢复范围内存在数个负地形和正地形,平行造山带方向的剖面显示了数个隆起和凹地.这说明在垂直造山带方向和平行造山带方向上,古高程均是高低起伏不平.这可能是印支运动期间形成逆冲断层和褶皱的构造运动,在山前地区不仅形成了数排垂直于造山带的古隆起(见图 1b),而且在平行造山带方向上的作用强度不一,导致了隆升幅度和断陷幅度的差异性.

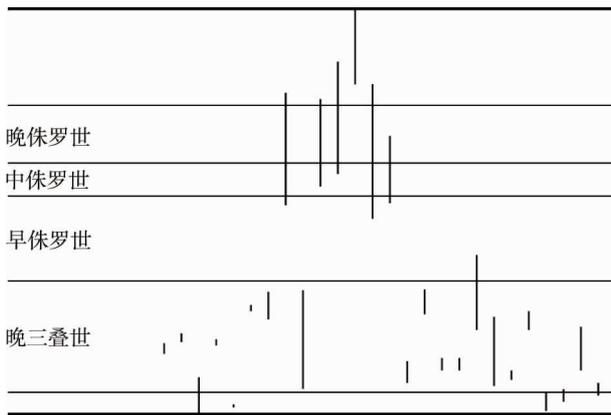


图 5 低温热年代数据分布

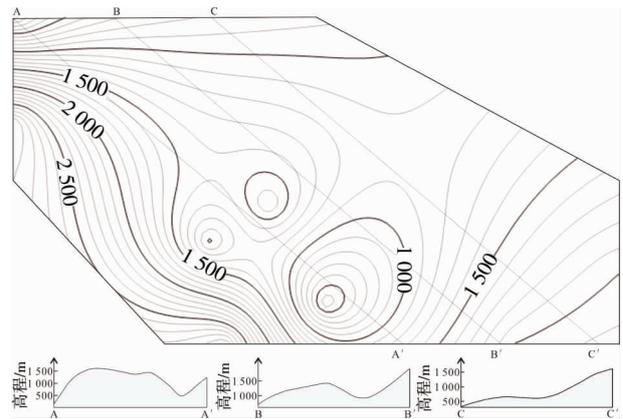


图 6 研究区侏罗系沉积前古高程等值线

2.1.3 侏罗系残余厚度

侏罗系和白垩系的分布范围和沉积厚度主要受控于沉积时期的古地形^[11],不整合覆盖于下伏地层之上.现今侏罗系残余厚度仍呈条带状分布于山前地区(见图 7),自造山带向盆地中心方向,残余厚度逐步减少,山前地区出现数个沉积中心^[11].塔西南山前地区侏罗系的物源区主要在南西方向的西昆仑造山带.

2.1.4 沉积相展布

早—中侏罗世,塔西南山前地区的沉积体系先后经历了冲积扇、辫状河、三角洲、湖泊^[7, 22](图 2).塔西南山前地区靠近断陷盆地断裂的一侧,沉积物的搬运距离较近^[22, 25],辫状河可能位于冲洪积扇或者三角洲之中,属于冲积扇相或三角洲相中的亚相,故在沉积相展布图中划分出了冲积扇相、三角洲相和湖泊相(见图 8).早侏罗世库

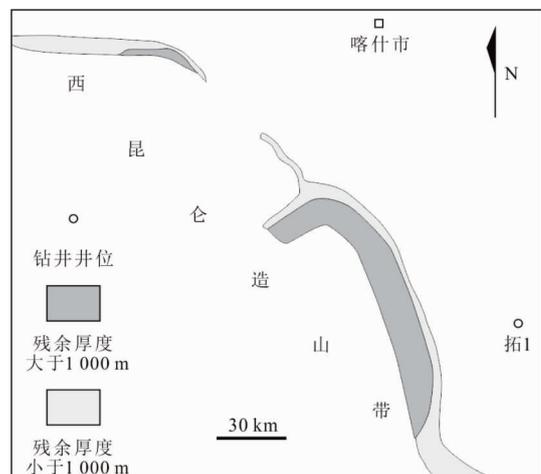


图 7 研究区侏罗系残余厚度(改自程晓敢等,2012)

孜贡苏组沉积时期,区内冲积扇相分布最为广泛;早侏罗世康苏组沉积时期,区内三角洲相和湖相在垂直造山带和平行造山带这2个方向扩展;中侏罗世杨叶组沉积时期,区内湖相在垂直造山带和平行造山带这2个方向扩展.由于古地形在垂直造山带和平行造山带这2个方向上的相对高程变化均较大,地表起伏,所以区内沉积的扩展方向有2个.同时,由于部分正地形的相对高程较大(见图6),沉积扩展对其的影响相对滞后,例如冲积扇相突入三角洲相之中,三角洲相突入湖相之中.

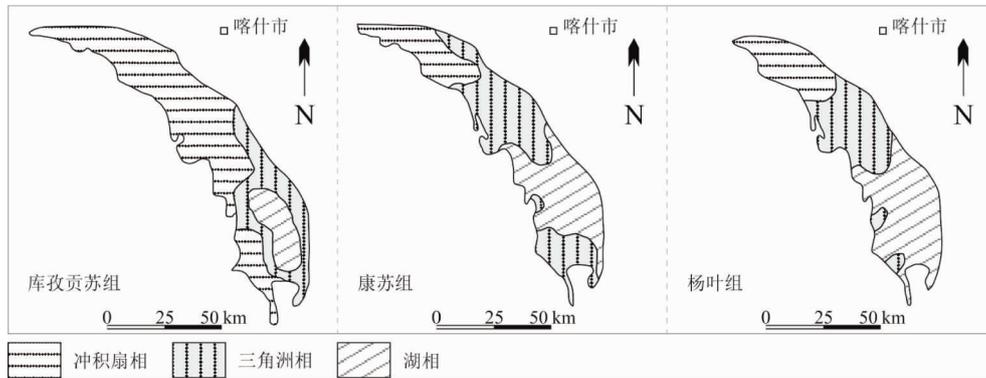
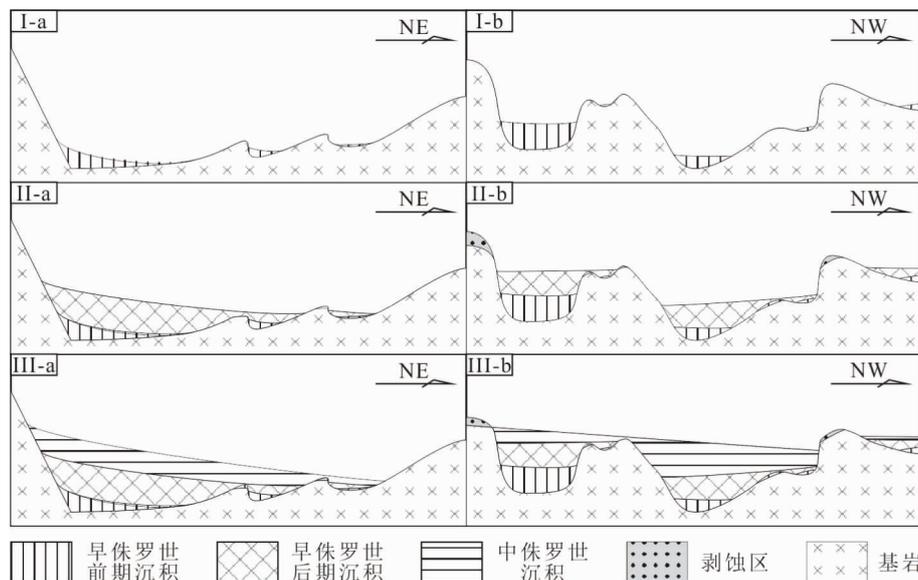


图8 塔西南山前地区库孜贡苏组、康苏组和杨叶组沉积相展布(改自田继军等,2018;杜世涛等,2017)

2.2 沉积过程

沉积过程中,构造活动不仅能直接地影响沉积地层分布,还能通过影响古地貌特征间接地影响沉积地层分布^[26].早一中侏罗世期间,区内构造环境相对平静,结束了之前的沉积间断,开始接受沉积(见图9).早侏罗世期间,中国西北地区整体上处于由挤压构造环境转化为伸展构造环境^[27],受前期构造活动的影响,区内发育了一系列的小型断陷盆地^[7],文中简称为凹地.早侏罗世前期,剖面内沉积旋回不明显,沉积物的粒度均较粗,以砾级为主,区域上沉积体系以冲积扇占绝对优势.这表明沉积物以近源沉积为主,主要沉积于凹地内靠近断裂的位置.早侏罗世后期,剖面内多个沉积旋回,沉积物的粒度整体上趋小,出现泥级,但是泥岩相对较少,沉积水动力不稳定且趋弱,区域上沉积体系以辫状河为主.这表明沉积物对系列凹地的“填平补齐”,部分相邻小型凹地开始相互连通,形成了小规模的稳定沉积环境.中侏罗世期间,沉积范围进一步扩大,沉积物开始超覆于北岸斜坡之上^[7, 11, 15, 22],沉积水动力强度趋弱,剖面中沉积物的粒度以砂级为主,泥级和粉砂级占比增大,泥岩中发育煤线,区域上沉积体系首次以滨浅湖为主.这表明沉积物持续对系列凹地的“填平补齐”,相邻凹地开始大范围地连通,在这之后形成了大规模的稳定沉积环境.



I: 早侏罗世前期;II: 早侏罗世后期;III: 中侏罗世;a: 垂直造山带方向切面;b: 平行造山带方向切面

图9 西昆仑山前地区早一中侏罗世沉积过程

3 结论

- 1) 早侏罗世前期, 沉积物主要局限于近源位置的凹地之中, 沉积物粒度较粗, 各凹地相互独立.
- 2) 早侏罗世后期, 沉积范围有所扩大, 沉积物粒度趋细, 各相邻凹地开始连通.
- 3) 中侏罗世, 沉积范围进一步扩大, 沉积物粒度较小, 各相邻凹地广泛相通, 进入稳定沉积阶段.

参考文献:

- [1] Hu Y Z, Zhao P R, Lv Y H. The Petroleum System of Northern Kashi Sag in Tarim Basin and Exploration Direction[J]. *Advanced Materials Research*, 2012, 524-528: 89-95.
- [2] 曾昌民, 马德民, 冯晓军, 等. 喀什坳陷侏罗纪沉积环境及其对油气成藏的意义[J]. *新疆石油地质*, 2007, 28(3): 327-331.
- [3] 高小跃, 刘洛夫, 尚晓庆, 等. 塔里木盆地侏罗系泥页岩储层特征与页岩气成藏地质背景[J]. *石油学报*, 2013, 34(4): 647-659.
- [4] 秦都. 塔里木盆地西南地区侏罗纪原型盆地类型与特征[J]. *石油与天然气地质*, 2005, 26(6): 831-839.
- [5] 李永安. 新疆三叠纪古地理[J]. *新疆地质*, 2000, 18(4): 335-338.
- [6] 辛恒广. 新疆侏罗纪古地理[J]. *新疆地质*, 2000, 18(4): 342-346.
- [7] 廖林, 程晓敢, 王步清, 等. 塔里木盆地西南缘中生代沉积古环境恢复[J]. *地质学报*, 2010, 84(8): 1195-1207.
- [8] 夏惠平, 刘增仁, 袁文贤. 齐姆根——桑株河地区侏罗纪沉积盆地及沉积相[J]. *新疆地质*, 2002, 20(s1): 67-71.
- [9] 程晓敢, 吴鸿翔, 李勇, 等. 西昆仑山前印支运动期构造对后期构造和沉积的影响[J]. *新疆石油地质*, 2019, 40(1): 27-36.
- [10] 肖文播, 吕修祥, 白忠凯, 等. 塔西南坳陷侏罗系泥页岩特征及页岩气潜力分析[J]. *煤炭学报*, 2016, 41(s2): 491-501.
- [11] 程晓敢, 陈汉林, 师骏, 等. 西昆仑山前侏罗-白垩系分布特征及其控制因素[J]. *地球科学(中国地质大学学报)*, 2012, 37(4): 635-644.
- [12] 方爱民, 马建英, 王世刚, 等. 西昆仑-塔西南坳陷晚古生代以来的沉积构造演化[J]. *岩石学报*, 2009, 25(12): 3396-3406.
- [13] 吴鸿翔. 塔西南山前古构造—古地貌特征及对侏罗—白垩系沉积的控制[D]. 杭州: 浙江大学, 2018.
- [14] 钟大康, 朱筱敏, 沈昭国, 等. 塔里木盆地喀什凹陷侏罗系沉积特征及其演化[J]. *地质科学*, 2003, 38(3): 385-391.
- [15] 钟大康, 朱筱敏, 王文贵, 等. 塔里木盆地喀什凹陷侏罗纪古环境[J]. *古地理学报*, 2002, 4(4): 47-54.
- [16] 廖林, 陈汉林, 程晓敢, 等. 帕米尔东北缘新生代隆升活动来自奥依塔格剖面砾石统计的证据[J]. *地球科学(中国地质大学学报)*, 2012, 37(4): 791-805.
- [17] 廖晓. 塔里木盆地西南坳陷中生代构造演化特征及对油气成藏的控制作用[D]. 西安: 西北大学, 2018.
- [18] 王钊飞, 隋清霖, 贺永康. 西昆仑沙子沟铜矿区花岗岩年代学、地球化学及 Hf 同位素特征[J]. *西北地质*, 2019, 52(3): 90-110.
- [19] 张泽, 梁婷, 凤永刚, 等. 新疆西昆仑造山带康西瓦含绿柱石白云母伟晶岩的地质特征与年代学研究[J]. *西北地质*, 2019, 52(1): 75-88.
- [20] 贾承造. 中国塔里木盆地构造特征与油气[M]. 北京: 石油工业出版社, 1997.
- [21] 罗金海, 车自成, 李继亮. 中亚及中国西部侏罗纪沉积盆地的构造特征[J]. *地质科学*, 2000, 35(4): 404-413.
- [22] 张春生, 肖安成, 李景义, 等. 塔西南坳陷侏罗系断陷盆地沉积特征[J]. *矿物岩石*, 2000, 20(3): 41-45.
- [23] Luo J H, Che Z C, Zhang J Y, et al. Geological evolution and petroleum features of the Kashi sag in the western Tarim basin, NW China[J]. *Journal of China University of Geosciences*, 2007, 18: 259-261.
- [24] 杜世涛, 田继军, 李佳秀, 等. 塔西南中-下侏罗统层序地层特征与聚煤规律[J]. *煤田地质与勘探*, 2017, 45(6): 7-13.
- [25] 田继军, 何静, 韦波, 等. 塔里木盆地西南缘侏罗系沉积演化及聚煤主控因素研究[J]. *煤炭科学技术*, 2018, 46(2): 35-44.
- [26] 何翔, 杜星星, 刘健, 等. 武威盆地第四纪沉积过程及其构造意义[J]. *地震地质*, 2022, 44(1): 76-97.
- [27] 何登发, 李德生. 塔里木盆地构造演化与油气聚集[M]. 北京: 地质出版社, 1996.